

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10339326 A**

(43) Date of publication of application: **22.12.98**

(51) Int. Cl.

F16C 33/66
G11B 19/20

(21) Application number: **09149403**

(22) Date of filing: **06.06.97**

(71) Applicant: **NIPPON SEIKO KK**

(72) Inventor:
FUJITA YASUNOBU
YAMAMOTO MASAO
YATANI KOICHI
YOKOUCHI ATSUSHI
YABE SHUNICHI
SHIRAISHI EMIKO
NAKA MICHIHARU

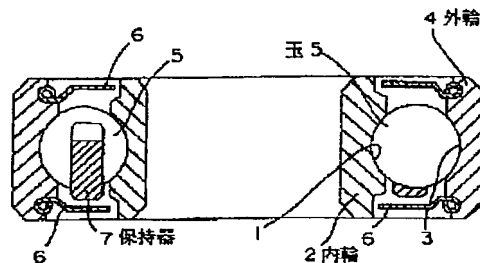
(54) ROLLING BEARING FOR HARD DISK DRIVE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rolling bearing for HDD, without giving a bad influence to every characteristic of a bearing, excellent in fretting wear resistance, and attaining generation of low torque and small fluctuation of torque, further with a life extended.

SOLUTION: In this rolling bearing, a plurality of rolling elements 5 arranged between an inner/outer rings 2, 4 are held by a holder 7, in axial direction both end parts in either one of the inner or outer ring 2, 4, a respectively fixed seal member 6 is opposed to the other, a bearing space formed between the axial direction both ends part seal members 6 is filled with lubricating oil, so as to occupy 1-50 vol.% of the bearing space.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-339326

(43)公開日 平成10年(1998)12月22日

(51)IntCl⁶

識別記号

F16C 33/66

G11B 19/20

FI

F16C 33/66

G11B 19/20

Z

E

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全10頁)

(21)出願番号 特願平9-149403

(22)出願日 平成9年(1997)6月6日

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者 藤田 安伸

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72)発明者 山本 雅雄

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72)発明者 八谷 耕一

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74)代理人 弁理士 萩野 平 (外3名)

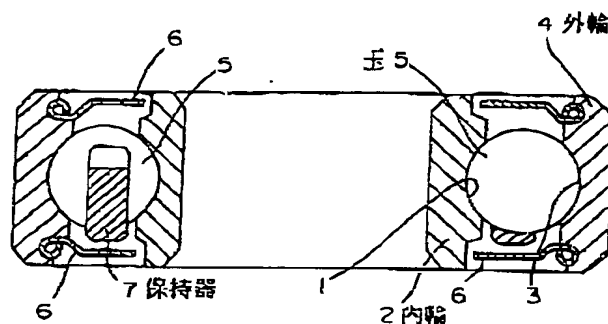
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハードディスクドライブ用転がり軸受

(57)【要約】

【課題】 軸受の諸特性に悪影響を与えることなく、耐フレッチング摩耗性に優れ、また低トルク化及び低トルク変動化が計られ、かつ長寿命のHDD用転がり軸受を提供すること。

【解決手段】 内輪2と外輪4との間に配設した複数個の転動体5を保持器7が保持し、前記内輪2と外輪4との何れか一方の軸方向両端部にそれぞれ固定したシール部材6、6が他方に対向する転がり軸受であって、前記軸方向両端部のシール部材6、6の間に形成される軸受空間に該軸受空間の1～50容積%を占めるように潤滑油が注入されたことを特徴とするハードディスクドライブ用転がり軸受。



(2)

特開平10-339326

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内輪と外輪との間に配設した複数個の転動体を保持器が保持し、前記内輪と外輪との何れか一方の軸方向両端部にそれぞれ固定したシール部材が他方に対向する転がり軸受であって、前記軸方向両端部のシール部材の間に形成される軸受空間に該軸受空間の1～50容積%を占めるように潤滑油が注入されたことを特徴とするハードディスクドライブ用転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブ（以下HDDと称する）用転がり軸受に関し、特にHDDの構成部品の一部であるアクチュエータ（特にスイングアーム）のような揺動運動部分やスピンドルのような高速回転運動部分に好適な転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ関連産業は、他の産業分野に比較すると歴史の浅い業種であるにも関わらず技術革新のスピードが速い。特に、HDDは一つの機種が存在期間が短く、新技術を導入した新機種（小電力化、高応答性、高精度化、コンパクト化等）が次々と開発されている。それに伴い、HDDに組み込まれる軸受には軸受特性の改善とともに、長寿命化も要求されている。例えば、スイングアームのような往復揺動運動部分に使用される転がり軸受には、耐フレッチング摩耗性や低トルク化、更には長寿命化が要求されている。また、スピンドルのような高速回転運動部分に使用される転がり軸受にも、高温耐性や外輪の高速回転性能とともに長寿命化が望まれている。

【0003】HDDのスイングアームやスピンドル等に組み込まれる転がり軸受は、例えば図1に例示されるように、外周面に内輪軌道面1を有する内輪2と、内周面に外輪軌道面3を有する外輪4とを同心に配置し、内輪の内輪軌道面1と外輪の外輪軌道面3との間に配設した複数個の転動体としての玉5、5を保持器7が転動自在に保持している。また、外輪4の軸方向両端部内周面にそれぞれ固定した円輪状のシール部材6、6の間に形成される軸受空間に存在するグリースの潤滑剤（図示せず）が外部に漏洩したり、また外部に浮遊する塵芥が軸受空間に進入するのを防止している。また、軸受の潤滑方式としてはグリース潤滑が主流であるが、軸受軌道面1、3等に防錆潤滑油を塗布し、更にグリースを充填する方式も採られている。後者の潤滑方式では、初期潤滑を封入グリースによらず潤滑油で行うことにより潤滑性能の改善が図られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、スイングアーム用転がり軸受にあっては、微小角度（一般的に揺動角度2°以下）での回転が繰り返されるが、上記したグリース潤滑方式では潤滑剤が塊状で存在するた

め、内輪・外輪の軌道面1、3と転動体の玉5との接触面からグリースが掻き出されて局部的な潤滑不良が起こりやすい。そして、この局部的な潤滑不良がフレッチング摩耗を引き起こし、軸受寿命を短めてしまう。また、グリースの攪拌抵抗により微小角度の回転トルクが増大したり、グリースの引掛かり現象によるトルク変動を生じて、HDDの高精度の読み取り及び書き込み動作の信頼性を低下させる。また、スピンドル用軸受でも、同様に、グリースが存在することによる回転トルクが増大やトルク変動の問題を抱えており、特に高速回転性能に多大な悪影響が及んでいる。

【0005】このような問題を解決する方法として、グリース充填量を減らすことにより低トルク化とトルク変動の抑制とを図ることが試みられているが、グリース不足によってもフレッチング摩耗は発生し、また潤滑作用も早期に消失するため軸受寿命の観点から好ましくない結果をもたらす。他方、グリースの充填量を増大すると、フレッチング摩耗の発生が抑えられて軸受寿命を改善できるが、軸受の低トルク化とトルク変動の抑制を図ることが難しくなる。

【0006】また、防錆潤滑油を併用する方式では、特に初期の潤滑性能を改善する効果が認められるものの、本質的にグリースを充填する方式に変わりなく、グリースに関連する問題を根本的に解決し得るものではない。しかも、防錆潤滑油の塗布方法として、軸受を防錆潤滑油中に浸漬する方法が一般的に採られており、その際直接潤滑作用には寄与しない軸受外周面にも防錆潤滑油が多量に付着してべとつきやタッキングが生じて、軸受をHDD内（例えば、スイングアームユニットやスピンドルモータ）に組込む際に拭き取り作業を要し、生産性が低下してコスト増を招く。また、拭き取りきれない潤滑油が揮発して、HDD内に収められた記録媒体を汚染することもある。

【0007】このように、高応答性、小電力化、高精度化等を目標としているHDDにとって、その構成部品である転がり軸受には耐フレッチング摩耗性、低トルク化、トルク変動の抑制及び長寿命化が要求されているが、従来のグリース潤滑方式並びに防錆潤滑油を併用した潤滑方式ではこのような要求に応答しきれていない現状にある。そこで、本発明はHDD用の転がり軸受において、軸受の諸特性に悪影響を与えることなく、耐フレッチング摩耗性に優れ、また低トルク化及び低トルク変動化が計られ、かつ長寿命の転がり軸受を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、本発明に係る、内輪と外輪との間に配設した複数個の転動体を保持器が保持し、前記内輪と外輪との何れか一方の軸方向両端部にそれぞれ固定したシール部材が他方に対向する転がり軸受であって、前記軸方向両端部のシール部材の

50

(3)

特開平10-339326

3

間に形成される軸受空間に該軸受空間の1〜50容積%を占めるように潤滑油が注入されたことを特徴とするハードディスクドライブ用転がり軸受により達成される。

【0009】本発明のHDD用転がり軸受は、従来のグリースに代えて、内輪及び外輪の軌道面、転動体、保持器の表面（以下、潤滑面と呼ぶ。）に潤滑油からなる膜を成膜して潤滑作用を発現するものである。潤滑油はグリースに比べて流動性が格段に高く、グリース潤滑のようなトルクの増大や変動が無く、軸受の揺動運動や高速回転運動を良好にする。また、グリースが内輪及び外輪の軌道面と転動体との接触面から掻き出されることにより起こる局所的な潤滑不良を起こすことも無く、耐フレッチング摩耗性にも優れる。しかも、潤滑油は軸受空間に軸受空間の1〜50容積%を占めるように注入されるため、潤滑作用が早期に消失することもない。

【0010】

【発明の実施の形態】以下に、本発明のHDD用転がり軸受について詳細に説明する。本発明のHDD用転がり軸受は、図1に示したようなHDD用転がり軸受の軸受空間に、従来のグリースに代えて潤滑油を注入したことを特徴とする。尚、軸方向両端部のシール部材6、6の間の軸受空間は、内輪2と外輪4と軸方向両端部のシール部材6、6との間の空間であり、転動体の玉5の体積と保持器7の体積とは含まれない。潤滑油の注入量は、軸受空間の1〜50容積%であることが好ましい。1容積%未満では、潤滑油膜の膜厚が十分でなかったり、潤滑油が早期に枯渇する等の問題がある。注入量が多くなると潤滑寿命は長くなるが、50容積%を越える量では外部に漏洩しやすくなる。

【0011】また、潤滑油の注入量は軸受を装着する部品によって上記の範囲内で適宜選択することが望ましい。即ち、HDDに組み込まれる軸受の中でスピンドルのような高速回転運動部分に使用される転がり軸受では、高温耐性や外輪4の高速回転性能の面で注入量は多い方が有利であり、上限を50容積%としてより多く注入することが好ましい。また、メインアームのような往復揺動運動部分に使用される転がり軸受では、高温耐性や高速回転性能はそれほど要求されないため、注入量は30容積%以下で十分であり、特に4〜25容積%が最適である。

【0012】潤滑油の注入方法は特に制限されないが、注入量の制御可能な方法を採用する必要がある。例えば、軸受下部側にシール部材6を予め嵌め込んで外輪4の軸方向一方の端部に固定し、上部より保持器7のポケット数だけ均等にノズルを出し、上から潤滑油を軸受内部に均一に規定量注入した後、軸受上部側にシール部材6を嵌め込んで外輪4の他方の端部に固定する方法が採られる。このような注入方法によれば、軸受を潤滑油に浸漬する方法と比較してより多くの潤滑油を軸受内部の潤滑が必要な箇所に封入することができるため、より厚

4

い潤滑油膜を確保できる。また、軸受を潤滑油に浸漬する方法のように軸受外表面に潤滑油が付着することも無く、潤滑油の拭き取り作業が不要になり、作業効率を格段に高めることができる。更に、軸受外部は絶乾であるので、HDD中の記録媒体を潤滑油で汚染することもない。

【0013】更に、予め潤滑油を含有させた保持器7を組み込むことにより、軸受の回転とともに潤滑油が保持器7の表面に滲み出し、この潤滑油が長期に亘り潤滑面に供給されて潤滑寿命を延長させる。保持器7中の潤滑油の含油量は、軸受を装着する部品によって選択することが望ましい。尚、保持器7の含油量は軸受空間への注入量には含まれない。保持器7の含油量が多くなるほど潤滑寿命が長くなるが、その反面保持器7の機械的強度が低下してしまう。従って、スピンドルのような高速回転運動部分に使用される転がり軸受では、保持器7にもある程度の機械的強度が要求されるため、潤滑油の含有量を抑えて機械的強度を維持することが好ましい。この場合、含油量の上限を保持器7の重量に対して40重量%とすることが好ましい。一方、メインアームのような往復揺動運動部分に使用される転がり軸受では、保持器7にそれほど高い機械的強度が要求されないため、含油量を高めて潤滑寿命を延ばすことができ、80重量%迄の含油量が可能である。特に好ましい含油量は、10〜70重量%である。尚、上記何れの場合も含油量の下限は0.1重量%である。これより少ないと、保持器7からの潤滑油の供給量が少なすぎて潤滑面の潤滑に寄与できない。

【0014】保持器7への潤滑油の含油方法は、保持器7を潤滑油中に浸漬する方法や、樹脂に潤滑油を混練し成形する方法がある。3重量%以下の含油の場合は、保持器7を潤滑油中に浸漬する方法が簡便であるが、それ以上の多量の潤滑油を保持器7に含油させる場合は後者の手法を用いる。その際、保持器7を形成している樹脂の種類、あるいは樹脂と潤滑油との組み合わせにより樹脂の潤滑油の保持能力が異なるため、これらを考慮する必要がある。

【0015】尚、内輪2の軸方向両端部にそれぞれ固定したシール部材6、6が外輪4に対向しても良い。また、シール部材6、6は、接触シールでも、非接触シールでも良い。更に、転動体はころでも良い。

【0016】潤滑油は特に制限されないが、以下に述べる基油及び各種添加剤から構成される潤滑油を用いることにより、本発明で目的とする耐フレッチング摩耗性や耐熱性、高速回転性能に優れた潤滑剤組成物を得ることができる。基油は潤滑性や耐熱性、添加剤の溶解性を考慮するとエステル油を含有することが好ましい。このエステル油は特に制限されないが、二塩基酸と分岐アルコールとの反応から得られるジエステル油、芳香族系酸塩基酸と分岐アルコールとの反応から得られる芳香族エス

(4)

特開平10-339326

5

テル油、多価アルコールと一塩基酸との反応から得られるヒンダードエステル油が好適に用いられる。低蒸発性(HDD中の記録媒体を汚染しないため)を考慮すると、芳香族エステル油、ヒンダードエステル油の中から選択され、単独または混合して用いるのが好ましい。

【0017】ジエステル油としては、ジオクチルアジベート(DOA)、ジイソブチルアジベート(DIB A)、ジブチルアジベート(DBA)、ジオクチルアゼレート(DOZ)、ジブチルセバケート(DBS)、ジオクチルセバケート(DOS)、メチル・アセチルリシノレート(MAR・N)等が挙げられる。芳香族エステル油としては、トリメリット酸エステル、ピロメリット酸エステル、トリオクチルトリメリテート(TOT M)、トリデシルトリメリテート、テトラオクチルピロメリテート等が挙げられる。

【0018】ヒンダードエステル油としては、以下に示す多価アルコールと一塩基酸とを適宜反応させて得られるものが挙げられる。多価アルコールに反応させる一塩基酸は単独でもいいし、複数用いても良い。更に、多価アルコールと一塩基酸・一塩基酸の混合脂肪酸とのオリゴエステルであるコンプレックスエステルとして用いても良い。

【0019】多価アルコールとしては、トリメチロールプロパン(TMP)、ペンタエリスリトール(PE)、ジペンタエリスリトール(DPE)、ネオペンチルグリコール(NPG)、2-メチル-2-プロピル-1,3-プロパン(MPPD)等が挙げられる。一塩基酸としては、主にC₄~C₂₀の一価脂肪酸が用いられる。具体的には、酢酸、吉草酸、カプロン酸、カプリル酸、エナント酸、ベラルゴン酸、カプリン酸、ウンデカン酸、ラウリン酸、ミステリン酸、パルミチン酸、牛脂肪酸、ステアリン酸、カプロレイン酸、ウンデシレン酸、リンデル酸、ツズ酸、フィゼテリン酸、ミリストレイン酸、パルミトレイン酸、ペトロセリン酸、オレイン酸、エライジン酸、アスクレピン酸、パクセン酸、ソルビン酸、リノール酸、リノレン酸、サビニン酸、リシノール酸等が挙げられる。

【0020】以上のエステル油は、基油全量の少なくとも20重量%以上、更に潤滑性を考慮した場合、ペンタエリスリトールエステル、または、ジペンタエリスリトールエステルの単独若しくは混合物がエステル油中に40重量%以上含まれることが好ましい。また、エステル油が20重量%未満では、十分な耐フレッチング摩耗性(潤滑性)が得られない。また、上限は、特に制限されない。更に、上記エステル油以外にも基油成分として合成炭化水素油、エーテル油、鉱油を配合することが出来る。

【0021】合成炭化水素油としては、ポリ- α -オレフィン油、 α -オレフィン、エチレンとのコオリゴマー合成油等が挙げられる。エーテル油としては、ジフェニ

6

ル、トリフェニル、テトラフェニルのC₁₂~C₂₀の

(ジ)アルキル鎖が誘導された、フェニルエーテル油がある。特に低蒸発性を考慮すれば、(ジ)アルキルポリフェニルエーテル油が好ましい。これらの配合割合は、上記エステル油量の規定から80重量%以下である。

【0022】基油動粘度は、40℃動粘度で30mm²/s以上必要であり、30mm²/s以下では回転時の成膜性が十分でなく、軸受寿命が低下する。特に上限の規定は設けていないが、取扱性や油膜形成性、また、トルクの増大を考慮すると、基油動粘度の上限は400mm²/sである。十分な耐フレッチング摩耗性を得る油膜形成性を考慮すれば40mm²/s~200mm²/sであることが好ましい。

【0023】また、錆止め剤や油性剤、酸化防止剤等を添加することで、潤滑油膜の耐久性を向上させることが出来る。錆止め剤としては、有機系スルホン酸金属またはエステル類が好ましい。有機系スルホン酸塩としては、例えば、ジノニルナフタレンスルホン酸及び、重質アルキルベンゼンスルホン酸等が使用され、その金属塩としてカルシウムスルフォネート、バリウムスルフォネート、ナトリウムスルフォネート等がある。エステル類としてソルビタン誘導体では多塩基カルボン酸及び多価アルコールの部分エステルとしてソルビタンモノラウレート、ソルビタントリステアレート、ソルビタンモノオレレート、ソルビタントリオレレート等がある。アルキル・エステル型ではポリオキシエチレンラウレート、ポリオキシエチレンオレレート、ポリオキシエチレンステアレート等がある。

【0024】これら錆止め剤は、有機系スルホン酸金属塩とエステル類とを単独若しくは混合物として使用することが出来る。油性剤としては、高級脂肪酸としてオレイン酸、ステアリン酸等、高級アルコールとしては、ラウリルアルコール、オレイルアルコール等、アミンではステアリルアミン、セチルアミン等、りん酸エステルではりん酸トリクレジル等が好ましく、これらを単独若しくは混合して使用にすることが出来る。酸化防止剤としては、含窒素化合物系酸化防止剤とフェノール系酸化防止剤との混合物及び硫黄系酸化防止剤が好ましい。含窒素化合物系酸化防止剤としては、フェニル- α -ナフチルアミン、ジフェニルアミン、フェニレンジアミン、オレイルアミドアミン、フェノチアジン等がある。

【0025】フェノール系酸化防止剤としては、p- α -ブチル-フェニルサリシレート、2,6-ジ- α -ブチル-p-フェニルフェノール、2,2'-メチレンビス(4-メチル-6- α -ブチルフェノール)、4,4'-ブチリデンビス-6- α -ブチル-m-クレゾール、テトラキス[メチレン-3-(3',5'-ジ- α -ブチル-4'-ヒドロキシフェニル)]プロピオネートメタン、1,3,5-トリメチル-2,4,6-トリリス(3,5-ジ- α -ブチル-4-ヒドロキシベンジ

50

(5)

特開平10-339326

7

8

ル) ベンゼン、 n -オクタデシル β - (4'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ- t -ブチルフェニル) プロピオネート、2- n -オクチル・チオール、6-ジ (4'-ヒドロキシ-3', 5'-ジ- t -ブチル) フェノキシ-1, 3, 5-トリアジン、4, 4'-チオビス- (6- t -ブチル- m -クレゾール)、2, 2'-(2'-ヒドロキシ-3'- t -ブチル-5'-メチルフェニル)-5-クロロペンゾトリアゾール等のヒンダードフェノールがある。

【0026】以上に加えて潤滑油に極圧剤や粘度指数向上剤、摩耗防止剤等を含育してもよい。これらは、何れも公知のもので構わない。

【0027】

【実施例】以下、実施例及び比較例を挙げて本発明をより明確にする。

【実施例1〜11及び比較例1】表1〜表3に示す如く、種々の基油に共通の添加剤(酸化剤止剤、油性剤等)を配合して潤滑油を調製した。表中、基油の〔〕内の数値は潤滑油全量に対する含有率(重量%)を示す。また、添加剤は潤滑油全量の5重量%となるように配合してある。そして、試験軸受(単列深みぞ玉軸受、非接触スチールシール(Z形)、呼び番号:SR1810、寸法:内径7.94mm×外径12.7mm×幅3.97mm)の軸受空間に、表1〜表3に示す割合(容量%)となるように各潤滑油を注入した。潤滑油の封止方法は、試験軸受の下部側にシール部材を嵌め込み、注射器で軸受内部に規定量を注入した後、もう一方の片側にシール部材を嵌め込むことを行った。また、保持器は、注入潤滑油と同一の潤滑油を表中に示す含油量となるように含浸処理したものを使用した。上記の如く作成した試験軸受について以下に示す項目の各種試験を行い、それぞれの試験結果を表1〜表3に併記した。

【0028】(1) 揺動耐久試験

この試験は軸受の耐フレッチング磨耗性及びその耐久性(寿命)を評価するために行うもので、試験条件は以下の通りである。

揺動周波数 : 30 Hz

*

* 外輪揺動角度 : 8°

アキシャル荷重 : 29.4 N

揺動繰り返し回数 : 500 万回

雰囲気温度 : 常温

揺動耐久性の評価は、揺動耐久試験後に各試験軸受を分解し、内輪、外輪及び保持器の摩耗状態を観察することで行い、内輪軌道面、外輪軌道面、保持器に摩耗箇所が存在しないものを表中「○」で示し、内輪軌道面、外輪軌道面に走行跡があるものを表中「△」で示し、共に合格とした。また、内輪軌道面、外輪軌道面に摩耗箇所が発生しているものを表中「×」で示し、不合格とした。

【0029】(2) 油もれ試験

潤滑油を注入した試験軸受を25℃で30日間放置し、軸受内部から潤滑油がもれるか否かを実体顕微鏡で確認した。油もれの無いものを表中「○」で示し、合格とした。また、油もれのあるものを表中「×」で示し、不合格とした。

【0030】(3) 発塵試験

密封された容器中で試験軸受の外輪を7200rpmで回転させ、その際に発生する塵の数をアウトパーティクルカウンタで測定した。発塵量は、0.1cf(立方フィート)中に存在する粒径0.1 μ m以上の塵の数をカウントし、1時間経過した時点での発塵量(個数)が発塵量が150個以下のものを表中「○」で示し、合格とした。また、発塵量が151個以上のものを表中「×」で示し、不合格とした。

【0031】(4) トルク試験

試験軸受を9.8Nのアキシャル荷重を付与した状態で回転装置により内輪を2rpmで回転させ、その回転初期に要するトルク及びトルク変動を測定した。内輪の回転に要するトルクが1.0gf・cm以下で、且つトルク変動が0.2gf・cmであるものを表中「○」で示し、合格とした。また、それ以上を表中「×」で示し、不合格とした。

【0032】

【表1】

(6)

特開平 10-339326

表 1

10

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
基 油	エステル油 [95]	エステル油 [95]	エステル油 [95]	エステル油 [95]
基油動粘度 mm ² /s(40°C)	3 2	3 2	3 2	3 2
潤滑油注入量 軸受空間容積 %	1	1	3 0	3 0
保持器含油率 wt%	0. 1 5	7 8	0. 1 5	7 8
揺動耐久性	△	△	○	○
油もれ性能	○	○	○	○
発塵性能	○	○	○	○
トルク性能	○	○	○	○

【0033】

【表 2】

表 2

	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8
基 油	エステル油 [95]	エステル油 [95]	エステル油 [95]	エステル油 [95]
基油動粘度 mm ² /s(40°C)	2 9 8	2 9 8	2 9 8	2 9 8
潤滑油注入量 軸受空間容積 %	1	3 0	1	3 0
保持器含油率 wt%	0. 1 5	0. 1 5	7 8	7 8
揺動耐久性	△	○	△	○
油もれ性能	○	○	○	○
発塵性能	○	○	○	○
トルク性能	○	○	○	○

【0034】

【表 3】

(7)

特開平10-339326

11

12

表 3

	実施例 9	実施例 10	実施例 11	比較例 1
基 油	エステル油 [95] PAO [15]	エステル油 [90] エーテル油 [5]	エステル油 [85] 鉱油 [10]	Li グリース
基油動粘度 mm ² /s(40℃)	50	150	250	100
潤滑油注入量 軸受空間容積 %	10	30	20	10
保持器含油率 wt%	15	30	20	10
揺動耐久性	○	○	○	○
油もれ性能	○	○	○	○
発塵性能	○	○	○	○
トルク性能	○	○	○	×

【0035】表1～表3から、本発明に従う各実施例に示した試験軸受は、揺動耐久性、油もれ性能、発塵性能及びトルク性能の全てにおいて良好であることが判る。また、比較のためにLiグリースの潤滑剤を軸受空間の10容積%を占めるように封入した試験軸受について上記各項目の試験を行ったところ、揺動耐久性、油もれ性能及び発塵性能に関しては実施例と略同等の結果が得られたが、トルク性能に劣ることが確認された。尚、このLiグリースを封入した試験軸受を表3に比較例1として示した。

【0036】〔実施例12～18及び比較例2〕表4及び表5に示す如く、種々の基油に共通の添加剤（酸化剤止剤、油性剤等）を配合して潤滑油を調製した。表中、基油及び潤滑油の〔 〕内の数値は潤滑油全量に対する含有率（重量%）を示す。そして、試験軸受（単列深みぞ玉軸受、非接触ゴムシール（V形）、呼び番号：695、寸法：内径5mm×外径13mm×幅4mm）の軸受空間に、表4及び表5に示す割合（容積%）となるように各潤滑油を注入した。潤滑油の封止方法は、試験軸受の下部側にシール部材を依め込み、注射器で軸受内部に規定量を注入した後、もう一方の片側にシール部材を依め込むことを行った。また、保持器は、注入潤滑油と同一の潤滑油を表中に示す含油量となるように含浸処理したものを使用した。上記の如く作成した試験軸受について以下に示す項目の各種試験を行い、それぞれの試験

結果を表4に併記した。

【0037】（5）軸受音響試験

この試験は軸受の高速回転性能及びその耐久性（寿命）を評価するために行うものであり、試験条件は以下の通りである。

軸受回転数 : 12000rpm（外輪回転）

アキシヤル荷重 : 2kgf

雰囲気温度 : 90℃

音響測定はアンデロンメータを用いて行い、潤滑油を注入した直後の軸受アンデロン値（初期アンデロン）と2000時間連続回転後の軸受アンデロン値とを比較して上昇値を表4に下記の記号で表記した。2.5以下が合格である。

☆ : 0.5以下 合格

◎ : 0.6～1.0 合格

○ : 1.1～2.5 合格

△ : 2.6～5.0 不合格

× : 5.1以上 不合格

【0038】（6）油もれ試験

潤滑油を注入した試験軸受を25℃で30日間放置し、軸受内部から潤滑油がもれるか否かを実体顕微鏡で確認した。油もれのないものを表中「○」で示し、合格とした。また、油もれのあるものを表中「×」で示し、不合格とした。

【0039】（3）発塵試験

(8)

特開平10-339326

13

14

密封された容器中で試験軸受の外輪を7200rpmで回転させ、その際に発生する塵の数をアウトパーティクルカウンタで測定した。発塵量は、0.1cf(立方フィート)中に存在する粒径0.1μm以上の塵の数をカウントし、1時間経過した時点での発塵量(個数)が発*

* 塵量が150個以下のものを表中「○」で示し、合格とした。また、発塵量が151個以上のものを表中「×」で示し、不合格とした。

【0040】

【表4】

表 4

	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15
基 油	DOS [97.45]	DOS [97.45]	DOS [97.45]	PAO [85.95]
添加剤	[2.55]	[2.55]	[2.55]	[14.05]
基油動粘度 mm ² /s(40℃)	12	12	12	48
潤滑油注入量 軸受空間容積 %	3	3	3	25
保持器含油率 wt%	0.1	1.2	4.0	0.1
音響特性	○	◎	☆	○
油もれ性能	○	○	○	○
発塵性能	○	○	○	○

【0041】

【表5】

(9)

特開平10 339326

15

16

表 5

	実施例16	実施例17	実施例18	比較例2
基 油	DOS [18.09] PAO [72.36]	DOS [54.24] POE [36.16]	DOS [16.32] POE [10.88] PAO [63.25]	DOS [34.38] POE [51.57]
添加剤	[9.55]	[9.6]	[9.55]	[14.05]
基油動粘度 mm ² /s(40℃)	100	70	150	70
潤滑油注入量 軸受空間容積 %	25	35	50	55
保持器含油率 wt%	3	3	3	0.1
音響特性	☆	☆	☆	◎
油もれ性能	○	○	○	×
発塵性能	○	○	○	×

【0042】表4及び表5から、本発明に従う各実施例に示した試験軸受は、音響特性、油もれ性能及び発塵性能の全てにおいて良好であることが判る。これに対して比較例2の試験軸受は、音響特性に関しては実施例と略同等であるが、潤滑油が本発明の範囲以上に多量に注入されているために油もれ性能及び発塵性能に劣る。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のHDD用転がり軸受は、従来のグリースに代えて、内輪及び外輪の軌道面、転動体、保持器の表面に潤滑油からなる膜を成膜して潤滑作用を発現するものである。潤滑油はグリースに比べて流動性が格段に高く、グリース潤滑のようなトルクの増大や変動が無く、軸受の高速回転運動を良好にする。また、グリースが内輪及び外輪の軌道面と転動体との接触面から掻き出されることにより起こる局部*

*的な潤滑不良を起こすことも無く、耐ブレッチング摩耗性にも優れる。しかも、潤滑油は軸受空間の1～50容積%を占めるように注入されるため、潤滑作用が早期に消失することもない。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】HDD用転がり軸受の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 内輪軌道面
- 2 内輪
- 3 外輪軌道面
- 4 外輪
- 5 玉
- 6 シール部材
- 7 保持器

特開平 10-339326

(72) 発明者 白石 恵美子
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内

(72) 発明者 中 道治
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
日本精工株式会社内